

UB Braunschweig 84



2302-137-0

ANLEITUNG
ZUR
UNTERSUCHUNG VON WASSER,
WELCHES ZU
GEWERBLICHEN UND HÄUSLICHEN ZWECKEN
ODER ALS
TRINKWASSER
BENUTZT WERDEN SOLL.

ANLEITUNG
ZUR
UNTERSUCHUNG VON WASSER,
WELCHES ZU
GEWERBLICHEN UND HÄUSLICHEN ZWECKEN
ODER ALS
TRINKWASSER
BENUTZT WERDEN SOLL.

ZUM GEBRAUCHE
FÜR
TECHNIKER, FABRIKANTEN, PHARMACEUTEN,
CHEMIKER UND ÄRZTE

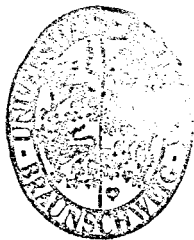
BEARBEITET VON

DR. W. KUBEL,

Assistent im chemischen Laboratorium des Polytechnicums zu Braunschweig.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1866.

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer und englischer Sprache,
sowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.



V O R R E D E.

Die jetzt so häufig geforderte Untersuchung von Wasser zu technischen Verwendungen oder von Trinkwasser machte es wünschenswerth, eine Zusammenstellung der Methoden zu haben, mittelst deren die wichtigeren Bestandtheile eines Wassers quantitativ rasch und doch genau zu bestimmen sind, um im Stande zu sein, über die Brauchbarkeit desselben für bestimmte Zwecke entscheiden zu können. Solche Bestimmungsmethoden konnten nur maassanalytische sein und habe ich in vorliegender „Anleitung“ versucht, die dazu brauchbaren ausführlich mitzutheilen und durch herbeigezogene Beispiele ihre Anwendung noch zu erleichtern, so dass selbst derjenige, welcher auch weniger mit maassanalytischen Arbeiten vertraut ist, mit Hilfe dieser Anleitung leicht im Stande sein wird, ein Wasser so weit zu untersuchen, als nöthig ist, um sich eine Ansicht über die Brauchbarkeit desselben zu verschaffen. Für einige Bestandtheile, so für Salpetersäure, Ammonverbindungen ist nur eine qualitative Nachweisung gegeben, weil eine einfache quantitative Bestimmungsmethode derselben noch fehlt. Die angeführte ältere Me-

thode zur Bestimmung der Härte des Wassers ist der neueren nach meinen Erfahrungen vorzuziehen, die Bestimmung der organischen Substanzen nach der von mir wesentlich veränderten Methode ist jetzt eine leicht ausführbare.

Braunschweig, im October 1866.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Das Wasser zu gewerblichen und häuslichen Zwecken.

	Seite
Die Bestandtheile des Regenwassers	1
Allgemeines über Quell- und Brunnenwasser	—
" " Flusswasser	2
Hartes Wasser, weiches Wasser	—
Nachweisung der Kohlensäure	3
Die festen Bestandtheile des Quell- und Flusswassers	—
Qualitative Prüfung des Wassers	4
Klarheit, Färbung, Geruch	—
Nachweisung der Schwefelsäure, des Chlors	—
" des Kalkes, der Magnesia	5
" des Eisens, der organischen Substanzen	—
" der Salpetersäure, der Phosphorsäure	6
Quantitative Prüfung des Wassers	7
Bestimmung der festen Rückstände	—
" der Gesamthärte und der bleibenden Härte	9
" des Kalkes	13
Berechnung des Magnesiagehaltes	16
Bestimmung der Schwefelsäure	—
" des Chlors (des Kochsalzes)	17
Zusammenstellung der Resultate	18
Berechnung der nöthigen Menge Sodä zur Verhütung von Kesselstein .	19
Berechnung der nöthigen Menge Chlorbarium zur Verhütung von Kesselstein	—
Gewichte verschiedener Maasse Wasser	20
Angabe über die zulässige Menge Kochsalz im Wasser	—

Das Trinkwasser.

	Seite
Worauf dasselbe zu untersuchen	21
Prüfung auf Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammonverbindungen .	22
Bestimmung der Härte	—
„ „ organischen Substanzen	23

Anhang.

Herstellung der Reagentien	27
„ „ titrirten Flüssigkeiten	29

I.

Das Wasser zu gewerblichen und häuslichen Zwecken.

Allgemeines.

Zu gewerblichen und häuslichen Zwecken dient hauptsächlich Quellwasser (Brunnenwasser) oder Flusswasser (Bachwasser), seltener Regenwasser (Meteorwasser).

Für nur wenige Verwendungen ist es unwesentlich, welche Bestandtheile das Wasser enthält und in welcher Menge sie vorhanden sind, für die meisten sind dieselben von grossem Einfluss und bedingen die Brauchbarkeit und den Werth des Wassers.

Das Regenwasser, vorzüglich während der späteren Periode eines Regenfalles gesammelt, ist das reinste natürlich vorkommende Wasser und kann in vielen Fällen das destillirte Wasser ersetzen. Es enthält immer, aber nur in geringer Menge, Kohlensäure, Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammoniak.

Das Quell- oder Brunnenwasser ist gewöhnlich reich an mineralischen Bestandtheilen, leicht erklärlich durch seine Entstehung aus dem Meteorwasser. Dieses dringt in den Boden, absorbirt in den oberen Schichten desselben, welche meist reich an Kohlensäure sind, beträchtliche Mengen davon, und ist nun im Stande, zersetzend und lösend auf die Gesteine einzuwirken, welche es durchfliesst, ehe es als Quell- oder Brunnenwasser wieder zu Tage tritt. So werden Alkalien, alkalische Erden, Erden und andere Metalle gelöst, deren Lösung häufig nur durch

2 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

den grösseren Gehalt des Wassers an Kohlensäure möglich wird, indem sie als doppelt-kohlensaure Salze in Lösung gehen, z. B. kohlensaurer Kalk, kohlensaures Eisenoxydul und andere.

Das Flusswasser (Bachwasser) enthält meist bedeutend weniger Mineralstoffe als das Quellwasser. Beim Fliessen des Wassers auf der Oberfläche entweicht nämlich der grösste Theil der Kohlensäure, welche im Quellwasser die Lösung verschiedener Salze, hauptsächlich des kohlensauren Kalkes, bedingte, dieselben fallen daher nieder. Gelangen Abflüsse aus Städten oder Fabriken in verhältnissmässig kleine Flüsse oder Bäche, so kann die Menge der organischen Substanzen und anderer Stoffe in dem Wasser derselben so sehr vermehrt werden, dass dasselbe zu manchen Verwendungen nicht mehr tauglich ist, z. B. zum Genusse für Menschen und Thiere, zum Bierbrauen, zur Zuckerfabrikation und anderen.

Ein Wasser, welches viele mineralische Substanzen, vorzüglich Salze der alkalischen Erden (Kalk und Magnesia) gelöst enthält, nennt man hartes Wasser. Hülsenfrüchte darin gekocht bleiben hart, indem das Legumin; ein Bestandtheil derselben, mit dem Kalke und der Magnesia unlösliche Verbindungen eingeht, wodurch das Eindringen des Wassers ins Innere der Samen verhindert wird. Zum Waschen kann solches Wasser nur mit grossem Aufwande an Seife benutzt werden, da jene Salze die Seife zersetzen, sie unwirksam machen. Kesselstein ist der, hauptsächlich aus Kalksalzen bestehende feste Absatz, welcher beim Verdampfen des Wassers sich bildet, je härter nun ein Wasser ist, je reicher also an Salzen der alkalischen Erden, desto mehr Kesselstein wird dasselbe absetzen.

Ein an Kalk- und Magnesiasalzen armes Wasser nennt man weiches Wasser.

Aus den oben gemachten Angaben geht hervor, dass das Quell- oder Brunnenwasser gewöhnlich hartes, das Fluss- und Bachwasser weiches Wasser ist, man wird daher bei sonst gleichen Umständen letzteres zu gewerblichen und häuslichen Zwecken vorziehen.

Die Bestandtheile, welche das Quell- und Flusswasser enthalten, sind entweder gasförmig oder fest, letztere bleiben beim Eindampfen in fester Form zurück.

Von ersteren interessirt uns nur die Kohlensäure, welcher das Quellwasser den erfrischenden Geschmack verdankt und welche, wie schon erwähnt, die kohlensauren alkalischen Erden in Lösung erhält.

Beim Kochen des Wassers entweicht die freie und die sogenannte halbgebundene Kohlensäure, das ist die, welche mit den kohlensauren alkalischen Erden zu löslichen doppelt-kohlensauren Salzen verbunden war, die kohlensauren alkalischen Erden fallen nieder, das Wasser trübt sich, aus dem härteren Wasser wird ein weicheres.

In solchem Wasser erzeugt Kalkwasser (eine Lösung von Aetzkalk in Wasser) einen Niederschlag oder Trübung, indem kohlensaurer Kalk niederfällt, und zwar der, welcher sich gebildet hat durch Verbindung der freien und halbgebundenen Kohlensäure mit dem Kalke des Kalkwassers, und der, welcher in dem Wasser gelöst war.

Man macht von beiden Reactionen im Grossen Anwendung, um hartes Wasser, welches seine Härte hauptsächlich kohlen-saurem Kalke verdankt, weich zu machen, um dasselbe z. B. zum Speisen von Dampfkesseln benutzen zu können.

Die festen Bestandtheile, welche Quell- und Flusswasser enthalten, sind bis auf einige für die Technik unwesentliche:

Kohlensaure und schwefelsaure Alkalien, kohlensaure alkalische Erden (Kalk und Magnesia), kohlensaures Eisenoxydul, schwefelsaure alkalische Erden (schwefelsaurer Kalk [Gyps] und schwefelsaure Magnesia), Chlormetalle, vorzüglich Kochsalz (Chlor-natrium), Kieselerde und organische Substanzen.

Manche Wasser, z. B. solche aus moorigen Wiesen herstammend, enthalten oft phosphorsaure Salze in grösserer Menge, andere, welche Erdschichten durchfliessen, die mit thierischen Abgängen getränkt sind, z. B. in der Nähe von Abtrittgruben,

4 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.
enthalten meist beträchtliche Mengen salpetersaure Salze, auch Ammonverbindungen.

Flusswasser enthält ausser den gelösten Bestandtheilen häufig noch mechanisch beigemengte, vorzüglich äusserst fein zertheilten Thon, oft in solcher Menge, dass dasselbe deutlich trübe erscheint. Durch Absetzenlassen oder Filtriren lässt sich das Wasser hiervon befreien.

Qualitative Prüfung des Wassers.

In vielen Fällen genügt die qualitative Prüfung eines Wassers zur Beurtheilung desselben.

Ein gutes Wasser muss klar, farblos und geruchlos sein, Beweis vom Nichtvorhandensein im Wasser suspendirter unlöslicher Substanzen (z. B. Thon), grösserer Mengen organischer Stoffe, welche dem Wasser eine gelbliche Farbe geben, und zersetzter stickstoffhaltiger organischer Stoffe, wodurch übelriechende Fäulnissgase in das Wasser gelangen.

Auf Klarheit und Färbung prüft man am besten, wenn das Wasser in eine 1 bis 2 Fuss lange unten zugeschmolzene Glasröhre gegossen und nun von oben hinab durch die dicke Wasserschicht gesehen wird, wobei die Röhre auf weisses Papier gestellt werden kann.

Ein etwa vorhandener Geruch tritt am deutlichsten hervor, wenn eine grössere Quantität des Wassers, etwa 200 CC., in einer weithalsigen Kochflasche auf 40 bis 50° C. erwärmt wird.

Zur weiteren Prüfung wird eine Probe des Wassers mit einigen Tropfen Salzsäure und einer Lösung von Chlorbarium versetzt. Eine Trübung oder Niederschlag zeigt Schwefelsäure an, welche meist mit Kalk verbunden (als Gyps) im Wasser vorkommt.

Eine andere Probe des Wassers versetzt man mit etwas reiner Salpetersäure und einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd. Entsteht ein weisser käsiger Niederschlag oder Trübung, so sind Chlormetalle vorhanden.

Eine dritte grössere Probe (etwa 50 CC.) wird mit etwas Salzsäure angesäuert, dann Ammoniakflüssigkeit im Ueberschuss und schliesslich eine Lösung von oxalsaurem Ammon hinzugesetzt. Ein weisser Niederschlag zeigt Kalk an.

War die Reaction auf Schwefelsäure nur schwach, die auf Kalk stärker, so ist der Kalk theils als Gyps, theils als doppelt-kohlensaurer Kalk gelöst. Letzterer zeigt sich beim Kochen des Wassers durch die entstehende Trübung.

Nachdem sich der Kalkniederschlag abgesetzt hat, was schneller in der Wärme stattfindet, giesst man die klare Flüssigkeit ab, in welcher durch Hinzufügung von oxalsaurem Ammon keine weitere Trübung entstehen darf, und giebt zu derselben, eventuell nach dem Erkalten, eine Lösung von phosphorsaurem Natron und noch etwas Ammoniakflüssigkeit.

Ein beim tüchtigen Rühren mit einem Glasstabe schneller entstehender, krystallinischer Niederschlag, der sich leicht absetzt, deutet auf das Vorhandensein von Magnesia.

Eine Prüfung auf Alkalien ist in den meisten Fällen unnöthig.

Je schwächer die Reactionen auf Schwefelsäure, Chlor, Kalk und Magnesia sind, bei sonst guten Eigenschaften des Wassers, um so brauchbarer ist dasselbe.

Ein Gehalt des Wassers an Eisen giebt sich durch eine rothe Färbung zu erkennen, wenn das etwa zur Hälfte eingedampfte Wasser mit etwas reiner Salzsäure und einer Lösung von Rhodankalium versetzt wird. Meist ist der Gehalt daran sehr gering, namentlich im Flusswasser, und dann für viele Verwendungen, ausser zur Färberei, unwesentlich.

Organische Substanzen werden erkannt, wenn der Rückstand, welchen das Wasser beim Eindampfen hinterlässt, stärker erhitzt wird; derselbe färbt sich bräunlich bis schwarz, je nach der Menge der vorhandenen organischen Substanzen. Sind diese stickstoffhaltig, so tritt zugleich Geruch nach verbrennenden Haaren auf.

Der Rückstand eines guten Wassers zeigt nur schwache Bräunung.

6 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

Wird der trockne Rückstand anhaltend gelinde geglüht, bis derselbe wieder weiss geworden ist, alle Kohle der organischen Substanz verbrannt ist, dann mit einigen Tropfen verdünnter Salzsäure befeuchtet, zur Trockne verdampft und nun mit Salzsäure und etwas Wasser erwärmt, so bleibt vorhandene Kieselsäure ungelöst. Sie ist, gehörig ausgewaschen, löslich in einer erwärmten Lösung von kohlenurem Natron.

Dieselbe ist selten in grösserer Menge vorhanden und deshalb von keiner Bedeutung für die Verwendung des Wassers; dasselbe gilt von den etwa vorhandenen Salpetersäure- und Phosphorsäure-Salzen.

Erstere lassen sich leicht nachweisen, wenn man etwa 100 CC. Wasser mit 2 bis 3 Tropfen concentrirter Schwefelsäure ansäuert, einige Stückchen Zink hineinlegt und eine Lösung von Jodkalium mit etwas Stärkelösung (Stärkekleister) hinzufügt. Blaue Färbung zeigt Salpetersäure an.

Das zu verwendende Jodkalium muss frei von Jodsäuresalz sein, weil sonst selbst bei Abwesenheit von Salpetersäure Bläuung entsteht. Man mache daher einen Controlversuch mit reinem destillirten Wasser, wobei keine oder doch erst nach längerer Zeit eine sehr schwache Bläuung sich zeigen darf.

Zur Prüfung auf Phosphorsäure versetzt man etwa 200 CC. des Wassers mit Ammoniak, lässt den entstehenden Niederschlag, welcher alle etwa vorhandene Phosphorsäure enthält, sich vollständig absetzen, giesst die klare Flüssigkeit ab, löst den Niederschlag in wenig Salpetersäure und setzt von dieser Lösung zu einer erhitzten klaren Lösung von molybdänsäurem Ammon in Salpetersäure. Ist Phosphorsäure vorhanden, so entsteht eine gelbe Färbung oder gelber Niederschlag.

Eine Prüfung auf Ammonverbindungen ist von Wichtigkeit, wenn das Wasser als Trinkwasser benutzt werden soll, die Nachweisung siehe daher später unter Trinkwasser.

Quantitative Prüfung des Wassers.

Diese beschränkt sich bei Wasser, welches in Fabriken oder Gewerben benutzt werden soll, auf Bestimmung der festen Rückstände, der Gesamthärte und der bleibenden Härte, des Kalkes (der Magnesia), der Schwefelsäure und des Chlors. Sehr häufig genügt schon die Bestimmung der Gesamthärte, der bleibenden Härte und des Chlors, um über die Brauchbarkeit eines Wassers entscheiden zu können.

Eine quantitative Bestimmung der organischen Substanzen ist gewöhnlich überflüssig, eine qualitative genügt in den meisten Fällen, ebenso die qualitative Nachweisung des Eisens.

Die Bestimmung der festen Rückstände.

Dieselbe geschieht durch vorsichtiges Eindampfen von 300 oder 500 CC. oder Grammen des Wassers in einer Platin- oder Silberschale oder in einer Porzellanschale, die man vorher rein und trocken gewogen hat. Man misst oder wägt das Wasser in ein Becherglas oder Maassflasche, bestreicht die Aussenwand an der Seite, wo man ausgiesst, mit etwas Fett und giesst nun an einem Glasstabe das Abdampfgefäss etwa halb voll. Dieses wird unbedeckt über einer Gasflamme oder in Ermangelung dieser über einer Oelflamme, z. B. ein Nachtlicht, in solcher Höhe aufgestellt, dass das Wasser nie zum Kochen kommen kann. Sehr zweckmässig ist es, zwischen Flamme und Schale ein oder besser zwei Drahtnetze anzubringen, die Hitze wird dann mehr vertheilt, die Schale gleichsam in einem heissen Luftbade erhitzt, sie kann der Flamme dann auch um ein Bedeutendes genähert werden, ohne dass Kochen eintritt.

Beim ersten Erhitzen treten gewöhnlich grosse Gasblasen auf, von langsam entweichender Kohlensäure und Luft herrührend, daher nur die halbe Füllung, um durch das Platzen der Blasen keinen Verlust zu erleiden. Hat die Entwicklung der-

8 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

selben nachgelassen, ist das Wasser heiss geworden, so giesst man soviel Wasser nach, dass die Schale fast gefüllt ist und verdampft nun an einem möglichst staubfreien Orte, indem von Zeit zu Zeit das verdampfte Wasser aus dem Glase ersetzt wird, bis die ganze Menge bis auf einen geringen Rest in der Schale verdampft ist. Das Glas wird schliesslich mit etwas destillirtem Wasser nachgespült. Dann mässigt man die Flamme, oder entfernt die Schale etwas mehr von derselben, da beim letzten Eintrocknen bei höherer Temperatur leicht ein Abspringen des Rückstandes und dadurch Verlust entstehen könnte.

Der bleibende Rückstand wird schliesslich, nachdem man die Aussenseite der Schale, welche häufig schwach berusst ist, mit einem feuchten Tuche gereinigt hat, in einem Luftbade bei etwa 180° C. erhitzt, bis das Gewicht constant bleibt.

Hatte man eine Platin- oder Silberschale benutzt, so kann durch Glühen etc. des Rückstandes annähernd die Menge der organischen Substanzen im Wasser bestimmt werden.

Hierzu wird die Schale mit dem gewogenen trocknen Rückstande so lange gelinde geglüht, bis der durch Verkohlung der organischen Substanzen anfangs bräunlich bis schwarz werdende Rückstand wieder weiss geworden ist. Nach dem Erkalten befeuchtet man den Inhalt der Schale mit einer Lösung von kohlen-saurem Ammon, um den durch Glühen aus dem kohlen-sauren Kalke entstandenen Aetzkalk wieder in ersteren überzuführen, verdampft bei gelinder Temperatur zur Trockne, erhitzt wieder bei 180° C. und wägt. Was der Rückstand jetzt weniger wiegt als vorher, kann als organische Substanz in Rechnung gebracht werden, das Resultat ist jedoch häufig ein sehr ungenaues, da beim Glühen Salpetersäure- und andere Salze eine Zersetzung erleiden, wodurch der Gewichtsverlust ein grösserer wird.

Beispiele.

500 CC. Wasser aus der Oker vor Braunschweig geschöpft (Nro. I.) gaben 0,161 Grm. fester Rückstände, welche nach dem Glühen etc. 0,011 Grm. verloren hatten,

300 CC. Wasser aus dem Brunnen des Polytechnikums zu Braunschweig (Nro. II.) gaben 0,376 Grm. fester Rückstände, welche 0,018 Grm. durch das Glühen am Gewichte verloren,

300 CC. Wasser aus dem Löwenbrunnen auf dem Bohlwege zu Braunschweig (Nro. III.) gaben 0,962 Grm. fester Rückstände, deren Glühverlust 0,034 Grm. betrug:

100000 Theile des Wassers enthalten von

Nr. I. 32,2 Th. fest. Rückst., davon 2,2 Th. Org. Subst. (Glühverlust)

Nr. II. 125,3 " " " " 6,0 " " " "

Nr. III. 320,7 " " " " 11,3 " " " "

Die Bestimmung der Gesamthärte und der bleibenden Härte.

Die Härte des Wassers ist, wie S. 2 angeführt, durch gelöste alkalische Erden (Kalk und Magnesia) bedingt.

Man nennt jetzt bei uns sehr zweckmässig die Einheiten von Kalk und Magnesia *) in 100000 Theilen Wasser „Härtegrade“. Ein Wasser also, welches z. B. 20 Härtegrade zeigt, enthält in 100000 Theilen 20 Theile Kalk (Calciumoxyd) an Kohlensäure, Schwefelsäure oder Salzsäure gebunden.

Durch Kochen wird die grösste Menge der kohlensauren alkalischen Erden gefällt, es bleiben im Wesentlichen nur deren Schwefelsäure- und Salzsäure-Verbindung gelöst.

Man nennt nun die Härte, welche ungekochtes Wasser zeigt, seine „Gesamthärte“, die Härte des gekochten durch Zusatz von destillirtem Wasser auf das ursprüngliche Volumen gebrachten Wassers die „bleibende oder permanente“ Härte, den Unterschied zwischen beiden die „temporäre“ Härte, letztere entspricht annähernd den kohlensauren alkalischen Erden.

Zur Bestimmung der Härte eines Wassers benutzt man eine titrirte Seifenlösung, deren Darstellung im Anhange angegeben ist.

*) Die Magnesia kommt weniger in Betracht, da ihre Menge meist nur gering ist.

10 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

100 CC. des Wassers werden in ein Glas mit eingeschliffenem Stöpsel von etwa 200 CC. Inhalt abgemessen. An dem Glase ist eine Marke befindlich, bis wohin dasselbe 100 CC. fasst.

Ist die Härte des Wassers grösser als 12, was von vornherein immer beim Brunnenwasser anzunehmen ist, so werden beim ersten Versuche nur 10 CC. des zu prüfenden Wassers abgemessen und in dem Stöpselglase bis 100 CC., d. i. bis zur Marke mit destillirtem Wasser verdünnt. Aus einer Bürette wird nun so lange die titrirte Seifenlösung hinzulaufen gelassen, bis nach kräftigem Schütteln ein dichter, zarter Schaum entsteht, welcher 5 Minuten stehen bleibt. Anfangs lässt man die Seifenlösung zwischen jedesmaligem Schütteln reichlicher auf einmal zufließen, gegen Ende jedesmal nur etwa 0,5 bis 1 CC., zuletzt tropfenweise, bis ein geringer Ueberschuss derselben sich durch Schaumbildung zu erkennen giebt. Das Schütteln muss immer auf dieselbe Weise geschehen und es ist am besten von oben nach unten zu schütteln, indem der Stöpsel und Hals des Glases mit der rechten, der Boden desselben von der linken Hand ergriffen wird. Zu einem etwa nöthigen zweiten Versuche nimmt man dieselbe Menge Wasser, oder wenn zu dem verdünnten Wasser (10 zu 100) nur wenig Seifenlösung verbraucht war, entsprechend mehr, 25 oder 50 CC., so dass die nun im Voraus annähernd zu berechnende nöthige Menge Seifenlösung 45 CC. nie übersteigt.

Die beim ersten Versuche gebrauchte Menge (resp. die berechnete) lässt man nun bis auf 1 bis 2 CC. auf einmal zulaufen, und beendigt dann den Versuch, indem man nach fernerm Zusatz von je einigen Tropfen schüttelt.

Aus den verbrauchten CC. Seifenlösung ersieht man aus der nachfolgenden Tabelle den entsprechenden Härtegrad, der, wenn das Wasser verdünnt war, mit der entsprechenden Zahl multiplicirt wird. Hatte man also 10 CC. oder 25 CC. Wasser zu 100 CC. verdünnt, so ist der gefundene Härtegrad mit 10 resp. 4 zu multipliciren.

Verbrauchte Seifenlösung.	Härtegrad.
3,4 CC.	0,5
5,4 "	1,0
7,4 "	1,5
9,4 "	2,0

Die Differenz von 1 CC. Seifenlösung = 0,25 Härtegrad.

11,3 CC.	2,5
13,2 "	3,0
15,1 "	3,5
17,0 "	4,0
18,9 "	4,5
20,8 "	5,0

Die Differenz von 1 CC. Seifenlösung = 0,26 Härtegrad.

22,6 CC.	5,5
24,4 "	6,0
26,2 "	6,5
28,0 "	7,0
29,8 "	7,5
31,6 "	8,0

Die Differenz von 1 CC. Seifenlösung = 0,277 Härtegrad.

33,3 CC.	8,5
35,0 "	9,0
36,7 "	9,5
38,4 "	10,0
40,1 "	10,5
41,8 "	11,0

Die Differenz von 1 CC. Seifenlösung = 0,294 Härtegrad.

43,4 CC.	11,5
45,0 "	12,0

Die Differenz von 1 CC. Seifenlösung = 0,31 Härtegrad.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass der Verbrauch der Seifenlösung nicht genau in demselben Verhältnisse wie die Härte zunimmt.

12 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

Der Gebrauch der Tabelle ist einfach. Finden sich die verbrauchten CC. der Seifenlösung in der Tabelle verzeichnet, so liest man den Härtegrad direct ab, im anderen Falle addirt oder subtrahirt man die Differenz zu oder von der in der Tabelle stehenden nächsten Zahl, z. B. 1) Es sind verbraucht 31,6 CC. Seifenlösung, die Härte ist nach der Tabelle = 8,0°. 2) Es sind verbraucht 31,0 CC. Seifenlösung, so ist die Härte 8,0 weniger 0,6mal $0,277 = 0,166$, also 7,83, oder was dasselbe ist 7,5 und 1,2mal $0,277 = 0,33$, also 7,83. Die Differenz zwischen 31 CC. und 31,6 ist = 0,6 CC., aus der Tabelle ist ersichtlich, dass 1 CC. Differenz = 0,277° Härte ist, 0,6 CC. also = $0,166^\circ$, welche von dem Härtegrade, welcher 31,6 CC. Seifenlösung entspricht, abgezogen werden muss, nimmt man die Differenz zwischen 29,8 CC. und 31,0, also = 1,2 CC., so muss der dieser Differenz $1,2 \times 0,277$ entsprechende Härtegrad dem 29,8 CC. Seifenlösung entsprechenden Härtegrade von $7,5^\circ$ zugezählt werden.

Ob ein Wasser weit mehr Kalk als 12 Theile in 100000 Theilen enthält, dasselbe also zu verdünnen ist, zeigt sich beim ersten Zugeben der Seifenlösung zu dem unverdünnten Wasser durch die Bildung flockiger Ausscheidungen und einer eigenthümlichen schaumigen Haut auf dem Wasser, während Wasser von geringerem Kalkgehalt durch den anfänglichen Zusatz der Seifenlösung nur opalisirend wird.

Zur Bestimmung der „bleibenden Härte“ werden 300 oder 500 CC. Wasser in einem etwa das doppelte Volumen fassenden Kolben wenigstens $\frac{1}{2}$ Stunde lang gekocht, wobei man das verdampfte Wasser recht oft durch destillirtes Wasser annähernd ersetzt. Nach dem Erkalten wird das gekochte Wasser in eine 300 CC. resp. 500 CC. Flasche gegossen und der Kolben mit destillirtem Wasser nachgespült, schliesslich die Maassflasche bis zur Marke gefüllt, durchgeschüttelt und filtrirt.

In 100 CC. des filtrirten Wassers (auch wohl in 50 CC. mit 50 CC. destillirtem Wasser verdünnt) wird die Härte wie angegeben bestimmt.

Beispiele.

1) a. 100 CC. Okerwasser (Nro. I.) gebrauchten 34 CC. Seifenlösung bis zur Schaumbildung. Gesamthärte $8,7^{\circ}$ ($8,5 + 0,7 \times 0,294 = 0,2058$).

b. Durch Kochen wurde das Wasser nicht getrübt, die bleibende Härte ist daher dieselbe.

2) a. 25 CC. Brunnenwasser (Nro. II.), mit destillirtem Wasser zu 100 CC. verdünnt, gebrauchten 34,2 CC. Seifenlösung, denen $8,76^{\circ}$ Härte entsprechen ($9,0 - 0,8 \times 0,294 = 0,235$), die Gesamthärte des Wassers ist daher:

$$8,76 \times 4 = 35,0^{\circ}.$$

b. 50 CC. des gekochten Wassers, zu 100 CC. verdünnt, gebrauchten 26,8 CC. Seifenlösung, diesen entsprechen $6,66^{\circ}$ Härte ($6,5 + 0,6 \times 0,277 = 0,16$), die bleibende Härte beträgt demnach $6,66 \times 2 = 13,3^{\circ}$.

3) a. 10 CC. des Wassers vom Löwenbrunnen (Nro. III.) zu 100 CC. verdünnt, gebrauchten 36,6 CC. Seifenlösung, denen $9,47^{\circ}$ Härte entsprechen ($9,5 - 0,1 \times 0,294$), die Gesamthärte des Wassers ist $9,47 \times 10 = 94,7^{\circ}$.

b. 20 CC. des gekochten Wassers zu 100 CC. verdünnt, gebrauchten 40,8 CC. Seifenlösung, diesen entsprechen $10,7^{\circ}$ Härte ($11,0 - 1,0 \times 0,294$), die bleibende Härte ist daher $10,7 \times 5 = 53,5^{\circ}$.

Die Bestimmung des Kalkes.

Um den Kalkgehalt im Wasser zu bestimmen, werden 100 CC. desselben in eine Maassflasche, welche bis zur Marke 300 CC. fasst, gebracht, 25 CC. $\frac{1}{10}$ norm. Oxalsäurelösung zugefügt (bei sehr hartem Wasser 50 CC.), dann einige Tropfen Ammoniak bis zur schwach alkalischen Reaction und die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, um den entstandenen Niederschlag von oxalsaurem Kalk compacter zu machen. Nach dem Erkalten (durch Einstellen der Flasche in kaltes Wasser zu beschleunigen) wird die Flasche bis zur Marke mit destillirtem Wasser gefüllt, der

14 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

Inhalt durchgeschüttelt und durch ein trocknes faltiges Filter in ein trocknes Glas filtrirt. Bisweilen sind die ersten durch das Filter laufenden Tropfen nicht ganz klar, man lässt sie deshalb nicht sogleich in das Glas laufen, oder giesst das anfangs trübe durchlaufende auf das Filter zurück.

Von dem klaren Filtrat werden 200 CC. in eine grössere weithalsige Kochflasche (von etwa 1 Liter Fassung) gemessen, mit 10 bis 15 CC. concentrirter reiner Schwefelsäure versetzt, bis auf etwa 60° C. erwärmt und nun so lange eine Lösung von übermangansauerm Kali (Chamäleonlösung) aus einer Blasebürette zugefügt, bis eine bleibende schwache Röthung entsteht. Auf Zusatz der ersten Tropfen der Chamäleonlösung verschwindet die rothe Färbung langsam, dann aber fast momentan, bis gegen Ende des Versuchs die rothen Wolken, welche durch die in die Flüssigkeit fallenden Tropfen entstehen, immer langsamer verschwinden.

Durch Multiplication der verbrauchten CC. mit $1\frac{1}{2}$ erfährt man die Menge der Chamäleonlösung, welche zum Titriren der ganzen Menge der Flüssigkeit (300 CC.) nöthig gewesen wäre, von welcher man 0,1 CC. für die stärkere Röthung abzieht. Durch einen Vorversuch ist der Werth, die Concentration der Chamäleonlösung ermittelt, wie viel von derselben nöthig ist, die Oxalsäure in 25 CC. oder 50 CC. der $\frac{1}{10}$ norm. Oxalsäurelösung zu oxydiren.

Die Oxalsäure in 25 CC. der $\frac{1}{10}$ norm. Lösung entspricht 0,070 Gr. CaO, Calciumoxyd, die zur Oxydation derselben nöthigen CC. Chamäleonlösung entsprechen also ebenfalls 0,070 Gr. Ca O.

Den Kalkgehalt in 100000 Theilen (100 Gr.) des Wassers findet man nach Subtraction der Menge der Chamäleonlösung, welche zur Oxydation der in den 300 CC. Flüssigkeit noch vorhandenen (vom Kalk nicht gebundenen) Oxalsäure nöthig war, von der zur Oxydation von 25 CC. Oxalsäurelösung nöthigen Menge durch den einfachen Ansatz: $G : D = 70 : x$, wobei G die zur Oxydation von 25 CC. der Oxalsäurelösung nöthige

Quantitative Prüfung. Bestimmung des Kalkes. 15

Menge Chamäleonlösung in CC. bedeutet, D die Differenz zwischen dieser Menge Chamäleon und der zur Oxydation der in den 300 CC. der Flüssigkeit noch vorhandenen Oxalsäure nöthigen Menge.

Waren 50 CC. Oxalsäurelösung zum Wasser gesetzt, so ist selbstverständlich statt 70 die Zahl 140 zu setzen, ebenso die zur Oxydation nöthige Menge Chamäleonlösung (G) zu verdoppeln.

Beispiele.

21,8 CC. der zu den Versuchen benutzten Chamäleonlösung entsprachen 25 CC. $\frac{1}{10}$ norm. Oxalsäurelösung, also auch 0,070 Gr. CaO.

1) 100 CC. Okerwasser (Nro. I.) wurden mit 25 CC. $\frac{1}{10}$ Oxalsäurelösung versetzt und dann weiter wie oben angegeben operirt.

200 CC. des Filtrats gebrauchten 12,85 CC. Chamäleonlösung, 300 des Filtrates also $19,3 - 0,1 = 19,2$ CC.

Der Kalkgehalt des Wassers ist:

$$21,8 : 2,6 (21,8 - 19,2) = 70 : x \cdot x = 8,3.$$

100 Gr. des Wassers enthalten 0,0083 Gr. Calciumoxyd, oder 100000 Theile 8,3 Theile.

2) 100 CC. des Brunnenwassers (Nro. II.) wurden mit 25 CC. Oxalsäurelösung versetzt u. s. w.

200 CC. des Filtrates gebrauchten 7,4 CC. Chamäleonlösung obiger Concentration, 300 CC. $11,1 - 0,1 = 11,0$ CC. Der Kalkgehalt ist:

$$21,8 : 10,8 (21,8 - 11,0) = 70 : x \cdot x = 34,7.$$

100000 Theile des Wassers enthalten 34,7 Theile Calciumoxyd.

3) 100 CC. Wasser des Löwenbrunnen (Nro. III.) wurden mit 50 CC. der Oxalsäurelösung versetzt u. s. f.

200 CC. des Filtrats bedurften 10,4 CC. Chamäleonlösung obiger Concentration, 300 CC. $15,6 - 0,1 = 15,5$ CC. Der Kalkgehalt ist:

$$43,6 : 28,1 (43,6 - 15,5) = 140 : x \cdot x = 90,2.$$

100000 Theile des Wassers enthalten 90,2 Theile Calciumoxyd.

16 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

Der Magnesiagehalt entspricht (genau genug) der Differenz der Gesamthärte und des Kalkgehaltes. Darnach enthält in 100000 Theilen

	Gesamthärte.	Kalkgehalt.		
Wasser Nro. I.	8,7 ⁰	minus 8,3	= 0,4	Thle. Magnesia.
" " II.	35,0 ⁰	" 34,7	= 0,3	" "
" " III.	94,7 ⁰	" 90,2	= 4,5	" "

Die Bestimmung der Schwefelsäure.

Zur Bestimmung der Schwefelsäure werden 100 CC. des Wassers, bei geringem Schwefelsäuregehalt 200 CC., die zu etwa 100 CC. eingekocht sind, in einem Kochfläschchen von 150 bis 200 CC. Inhalt mit circa 5 Tropfen Salzsäure und, bis zur vollständigen Fällung der Schwefelsäure, mit 10 bis 30 CC. $\frac{1}{10}$ norm. Chlorbariumlösung versetzt und einige Zeit zum Kochen erhitzt. Nach dem Neutralisiren der Flüssigkeit mit Ammoniak lässt man dann so viel $\frac{1}{10}$ norm. Chromsäure-Kalilösung (*neutrale*) in ganzen CC. zufließen, bis die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit deutlich gelb gefärbt ist. Hierauf giebt man nach und nach in kleinen Mengen von obiger Chlorbariumlösung hinzu, bis die gelbe Farbe der Flüssigkeit gerade verschwunden ist, was man am besten erkennt, wenn das Kochfläschchen so vor das Auge gehalten wird, dass man den Niederschlag nicht sieht, während hinter dem Glase ein dunkeler Hintergrund, z. B. eine dunkle Wand sich befindet.

Nimmt man von demselben Wasser 2 bis 3 Proben zu gleicher Zeit, so gelangt man durch Vergleichen der einzelnen Proben schneller zum richtigen Resultate. Gegen Ende des Versuches ist nöthig, dass der Niederschlag sich immer vollständig absetzt, was längere Zeit erfordert, man kann daher die Bestimmung nicht in einem Male fertig machen.

Die zur Entfärbung nöthige Menge der Chlorbariumlösung wird der zuerst zugesetzten zugezählt, von der Summe die Menge der Chromsäure-Kalilösung abgezogen, der Rest in CC. giebt

Quantitative Prüfung. Bestimmung des Kochsalzes. 17
mit 4 multiplicirt die Menge der Schwefelsäure in 100000 Theilen
Wasser.

Beispiele.

1) 100 CC. Wasser (Nro.-I.) wurden mit 10 CC. $\frac{1}{10}$ norm. Chlorbariumlösung versetzt, wie oben angegeben, dann 9 CC. Chromsäure-Kalilösung zugefügt und schliesslich zur Entfärbung 1,4 CC. Chlorbariumlösung gebraucht.

100000 Theile des Wassers enthalten daher:

$$11,4 - 9 = 2,4 \times 4 = 9,6 \text{ Theile Schwefelsäure.}$$

2) 100 CC. Wasser (Nro. II.) wurden mit 10 CC. Chlorbariumlösung, bis zur Gelbfärbung mit 7 CC. Chromsäure-Kalilösung versetzt. Zur Entfärbung waren 2,6 CC. Chlorbariumlösung nöthig. 100000 Theile des Wassers enthalten:

$$12,6 - 7 = 5,6 \times 4 = 22,4 \text{ Theile Schwefelsäure.}$$

3) 100 CC. Wasser (Nro. III.) wurden zur vollständigen Fällung der Schwefelsäure mit 30 CC. Chlorbariumlösung, dann mit 6 CC. Chromsäure-Kalilösung versetzt und schliesslich zur Entfärbung 1,7 CC. Chlorbariumlösung gebraucht.

100000 Theile des Wassers enthalten daher:

$$31,7 - 6 = 25,7 \times 4 = 102,8 \text{ Theile Schwefelsäure.}$$

Bestimmung des Chlors (des Kochsalzes).

Das Chlor, welches in den meisten Fällen mit Natrium verbunden als Chlornatrium (Kochsalz) in Rechnung gebracht werden kann, wird durch Titriren mit $\frac{1}{10}$ norm. Silberlösung bestimmt. 50 CC. des Wassers werden in ein Becherglas abgemessen, 2 bis 3 Tropfen einer Lösung von neutralem chromsauren Kali zugefügt und nun unter Umrühren so lange die Silberlösung aus einer in $\frac{1}{10}$ CC. getheilten Bürette zugesetzt, bis der anfangs weissliche Niederschlag eine schwach bräunliche Farbe annimmt.

Die verbrauchten CC. der Silberlösung geben mit 11,7 multiplicirt die Menge des Chlors als Kochsalz berechnet in 100000 Theilen Wasser.

18 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

1) 50 CC. des Wassers (Nro. I.) erforderten 0,2 CC. der Silberlösung. Der Kochsalzgehalt ist $0,2 \times 11,7 = 2,3$ Theile in 100000 Theilen.

2) 50 CC. des Wassers (Nro. II.) gebrauchten 2,1 CC. Silberlösung.

100000 Theile desselben enthalten $2,1 \times 11,7 = 24,5$ Theile Kochsalz.

3) 50 CC. des Wassers (Nro. III.) hatten bis zum Eintreten der schwach bräunlichen Färbung des Niederschlags 3,1 CC. Silberlösung nöthig.

100000 The. des Wassers enthalten $3,1 \times 11,7 = 36,2$ The. Kochsalz.

Werden die verbrauchten CC. der Silberlösung mit 7,1 multiplicirt, so resultirt der Gehalt an Chlor.

Zur Uebersicht folgt hier die Zusammenstellung der bestimmten wichtigeren Bestandtheile der als Beispiele aufgeführten drei Wasserproben.

	I.	II.	III.
100000 The. des Wassers enthalten: festen Rückstand . . .	32,2 . . .	125,3 . . .	320,7 The.
Davon sind Glühverlust (organ. Substanzen, Ammonsalze etc.)	2,2 . . .	6,0 . . .	11,3 „
Kalk	8,3 . . .	34,7 . . .	90,2 „
Magnesia	0,4 . . .	0,3 . . .	4,5 „
Schwefelsäure	9,6 . . .	22,4 . . .	102,8 „
Kochsalz	2,3 . . .	24,5 . . .	36,2 „
Die Gesamthärte beträgt . . .	8,7 . . .	35,0 . . .	94,7 „
Die bleibende Härte beträgt . . .	8,7 . . .	13,2 . . .	53,5 „

Hieraus ist ersichtlich, dass die Gesamthärte bei I. und II. fast ausschliesslich, bei III. annähernd durch Kalksalze bedingt ist, in den meisten Fällen kann daher die besondere Kalkbestimmung unterbleiben.

Die bleibende Härte entspricht annähernd dem Kalke, welcher als schwefelsaurer Kalk (Gyps, wasserfrei) in dem Wasser

vorhanden ist, da durch Kochen der kohlensaure Kalk bis auf eine geringe Menge gefällt wird. 100000 Theile Wasser halten etwa 3,5 Theile, entsprechend 2 Theilen Kalk (Calciumoxyd) in Lösung.

Durch Multiplication der bleibenden Härte, nach Abzug von 2 Grad für den gelösten kohlensauren Kalk, mit 2,43 findet man den Gypsgehalt. Der Gypsgehalt des Wassers Nro. I. ist hiernach $8,7 - 2 = 6,7 \times 2,43 = 16,28$, entsprechend 9,57 Schwefelsäure. Ist mehr Schwefelsäure gefunden, als dem aus der bleibenden Härte ermittelten schwefelsauren Kalke entspricht, wie z. B. bei Wasser II. und III., so ist diese, gewöhnlich an Natron gebunden, als schwefelsaures Natron im Wasser enthalten, dessen Menge sich hiernach berechnen lässt*).

Eine besondere Schwefelsäurebestimmung im Wasser ist nicht nöthig, die Kenntniss der bleibenden Härte genügt zur Berechnung der nöthigen Menge Soda (kohlensaures Natron), wenn dieselbe zur Verhütung von Kesselstein durch Umwandlung des schwefelsauren Kalkes im Wasser in kohlensauren Kalk benutzt werden soll.

Nach Abzug von 2 Graden (für den in Lösung bleibenden kohlensauren Kalk) sind für jeden Grad der bleibenden Härte auf 100000 Theile Wasser 1,9 Theile reines trockenes kohlensaures Natron zu nehmen, woraus sich die nöthige Menge einer unreinen Soda von bekanntem Gehalte leicht berechnen lässt.

Eine besondere Schwefelsäurebestimmung ist dagegen auszuführen, wenn zur Vermeidung von Kesselstein Chlorbarium dem Wasser zugesetzt werden soll, da in diesem Falle die sämtliche Schwefelsäure von dem Baryt gebunden werden muss.

Der schwefelsaure Kalk setzt sich mit dem Chlorbarium um in Chlorcalcium, welches leicht löslich ist, zugleich entsteht unlöslicher pulveriger schwefelsaurer Baryt. Aus dem etwa vor-

*) Kohlensaure Alkalien können nur dann im Wasser vorhanden sein, wenn dasselbe gänzlich frei von schwefelsauren alkalischen Erden ist.

20 Untersuchung d. Wassers zu gewerblichen etc. Zwecken.

handenen schwefelsauren Natron und Chlorbarium entstehen Chlornatrium und schwefelsaurer Baryt.

Auf 1 Theil Schwefelsäure in 100000 Theilen Wasser sind 2,6 Theile reines wasserfreies Chlorbarium zu nehmen, woraus sich die nöthige Menge des unreinen käuflichen Präparates von bekanntem Gehalte ergibt.

Um die nöthige Menge beider Mittel gegen Kesselstein für grössere Menge Wasser leicht berechnen zu können, folgen die Gewichte verschiedener Maasse Wasser in Pfunden à 500 Grm. und in Kilogrammen.

1 preuss. Quart wiegt . . .	2,29	Pfund oder	1,145	Kilogrm.
1 braunsch. Quartier wiegt	1,873	„ „	0,936	„
1 Litre wiegt	2,00	„ „	1,00	„
1 pariser Cubikfuss wiegt. .	68,55	„ „	34,27	„
1 rheinl. „ „ . . .	61,82	„ „	30,91	„
1 englischer „ „ . . .	56,60	„ „	28,30	„

Der Kochsalzgehalt des Wassers muss bestimmt werden, wenn dasselbe z. B. in Zuckerfabriken zur Verdünnung des Saftes benutzt werden soll. Sowie in diesen Fabriken ein grosser Gypsgehalt im Wasser, wie ihn Nro. II. und III. zeigen, von grossem Nachtheil ist, weil dadurch die Kohle gypshaltig wird, so ist auch ein irgend beträchtlicher Kochsalzgehalt sehr schädlich; derselbe ruft das Feuchtwerden der Zuckerbrode hervor. Der Kochsalzgehalt soll in einem zu benanntem Zwecke brauchbaren Wasser 50 Theile in 100000 Theilen nicht erreichen.

Wann ein Wasser zu technischen Verwendungen unbrauchbar ist, hängt natürlich gänzlich von der Art der Verwendung ab. Im Allgemeinen ist ein Wasser um so besser, je ärmer dasselbe an festen Substanzen, je weicher es ist; so ist z. B. das Wasser Nro. I. ein gutes Wasser, welches sich zu allen Verwendungen eignet, das Wasser Nro. II. ist dagegen zu manchen Verwendungen, z. B. zum Kesselspeisen, zum Waschen ohne Weiteres nicht brauchbar, oder bringt doch viele Uebelstände mit sich, das Wasser Nro. III. ist so schlecht, dass es nur zum Spülen benutzt werden sollte.

II.

Das Trinkwasser.

Zum Trinken dient gewöhnlich Quell- oder Brunnenwasser.

In grösseren Städten, wo das Wasser der Brunnen durch die allnachgerade in den Boden gesickerten Auswurfstoffe häufig verdorben, zum Genusse unbrauchbar geworden ist, wird auch Flusswasser, gewöhnlich nach dem Filtriren durch Wasserleitungen der Stadt zugeführt, zum Trinken verwandt. Der Geschmack desselben ist jedoch meist fade, es fehlt dem Wasser ein grösserer Gehalt an Kohlensäure, welche demselben den erfrischenden belebenden Geschmack verleiht.

Regenwasser findet in unseren Klimaten höchst selten, häufiger in heissen Gegenden, wo es zu gewissen Jahreszeiten in grossen Cisternen gesammelt wird, als Trinkwasser Verwendung.

Soll ein Wasser als Trinkwasser benutzt werden, so ist ausser den allgemeinen Prüfungen auf Klarheit, Färbung und Geruch eine Prüfung auf Salpetersäure, salpetrige Säure, Ammonverbindungen, sowie die Ermittlung der Gesamthärte und der bleibenden Härte und die Bestimmung der organischen Substanzen vorzunehmen, aus welchen Prüfungen dann ein hinreichend sicheres Urtheil über die Brauchbarkeit des Wassers zum Trinken zu fällen ist.

Die ersteren Prüfungen sind wie S. 4 angegeben auszuführen, und ist beim Trinkwasser noch weit mehr als bei Wasser zu technischen Verwendungen darauf zu halten, dass dasselbe klar, farblos und vorzüglich geruchlos ist, sowie nur Spuren von Salpetersäure, salpetriger Säure und Ammonverbindungen enthält.

Das Vorkommen grösserer Mengen dieser Verbindungen, sowie das Vorhandensein beträchtlicherer Mengen organischer Substanzen im Wasser lässt schliessen, dass in der Nähe der

Brunnen stickstoffhaltige organische Substanzen in Zersetzung begriffen sind, welche einen höchst nachtheiligen Einfluss auf das Trinkwasser ausüben, dasselbe zum Genusse gänzlich untauglich machen können.

Die Prüfung auf Salpetersäure wird wie oben S. 6 angegeben ausgeführt. Die Prüfung auf salpetrige Säure, welche sich in einigen Brunnenwässern in Menge findet, geschieht durch Zusatz einer Jodkaliumlösung und etwas Stärkekleister zu dem mit einigen Tropfen Schwefelsäure angesäuerten Wasser. Sogleich sich zeigende blaue Färbung zeigt salpetrige Säure an. Ist salpetrige Säure, auf welche man prüft, ehe die Prüfung auf Salpetersäure vorgenommen wird, in irgend beträchtlicherer Menge gefunden, so lässt sich die etwa gleichzeitig vorhandene Salpetersäure nach angegebener Methode nicht auffinden. Ihre Nachweisung ist dann aber auch unnöthig.

Auf Ammonverbindungen prüft man mittelst des Nessler'schen Reagenz, dessen Bereitung im Anhange angegeben ist. Man füllt ein längeres Rohr, wie es bei der Prüfung auf Klarheit und Färbung des Wassers (S. 4) benutzt wird, mit dem Wasser, merkt sich die etwa vorhandene Färbung, setzt nun von dem Reagenz 20 bis 30 Tropfen hinzu und beobachtet nach dem Umschütteln, ob eine röthliche bis rothe Trübung, später ein solcher Niederschlag entstanden ist. Ein zweites Rohr mit dem Wasser allein gefüllt daneben gestellt, lässt die etwa entstandene Färbung des Niederschlages deutlicher erkennen.

Bleibt die Mischung farblos, oder ist der meist entstehende Niederschlag hell, so fehlen Ammonverbindungen. Ein brauchbares Trinkwasser darf nur schwache Färbung zeigen.

Die Bestimmung der Härte geschieht wie S. 9 angegeben. Die Gesamthärte soll bei gutem Trinkwasser 20 Grad nicht bedeutend überschreiten, die bleibende Härte darf nur 6 bis 8 Grad betragen. Der Kalk ist dann zum grössten Theil als kohlenaurer Kalk durch überschüssige Kohlensäure gelöst. In je grösserer Menge diese vorhanden, desto erfrischender schmeckt

das Wasser, Kalkwasser erzeugt in solchem Wasser einen Niederschlag oder Trübung, S. 3.

Die quantitative Bestimmung der organischen Substanzen im Trinkwasser ist von grösster Wichtigkeit, da diese jedenfalls als wirklich schädliche Beimengungen angesehen werden müssen und vorzugsweise einen nachtheiligen Einfluss ausüben, wenn sie stickstoffhaltig sind, in welchem Falle dann gewöhnlich Ammonverbindungen und Salpetersäure, auch salpetrige Säure in dem Wasser gleichzeitig sich finden. Sie gelangen in den Städten aus undichten Senkgruben und Kloaken in das diese umgebende Erdreich und daraus in die Brunnen. Ist das zu prüfende Wasser etwas trübe (durch Holzpartikelchen der Brunnenröhre z. B.), so wird es vor dem Versuche filtrirt, zugleich kann aber auch eine Bestimmung mit dem unfiltrirten Wasser ausgeführt werden. Wasser, in welchem sich Infusorien zeigen, sollte als Trinkwasser nicht benutzt werden.

Zur Bestimmung der organischen Substanzen wird eine verdünnte Chamäleonlösung verwandt, welche man bei Siedhitze auf dieselben einwirken lässt, ausser dieser ist noch eine Oxalsäurelösung nöthig, welche im Litre 0,398 Gr. reine krystallisirte Oxalsäure enthält. Die Chamäleonlösung wird auf diese gestellt und ist so weit zu verdünnen, dass etwa 5 bis 6 CC. derselben genügen, um die Oxalsäure in 10 CC. obiger Lösung zu oxydiren. Durch Verdünnen einer concentrirteren Lösung von bekannter Stärke kann dieselbe annähernd leicht hergestellt werden. Die genaue Titrestellung dieser verdünnten Lösung muss dann unter genau denselben Umständen geschehen, welche später beim Titriren der organischen Substanzen zur Geltung kommen.

Die zur Oxydation von 10 CC. obiger Oxalsäurelösung nöthigen CC. Chamäleonlösung enthalten 2 Milligrm. übermangansaures Kali oder 0,505 Milligrm. zur Oxydation disponibelen Sauerstoff.

Die Titrestellung der Chamäleonlösung geschieht folgendermaassen.

100 CC. destillirtes Wasser werden in einem etwa 500 CC. fassenden Kolben mit weitem Halse mit 10 CC. einer verdünnten

Schwefelsäure versetzt, welche in 100 CC. 30 Grm. reine concentrirte Säure enthält, zum Sieden erhitzt, dann von der verdünnten Chamäleonlösung aus einer Blasebürette 3 bis 4 CC. hinzugegeben, die rothgefärbte Flüssigkeit 5 Minuten gekocht, darauf vom Feuer entfernt, aus einer in $\frac{1}{10}$ CC. getheilten Bürette mit gutem Abflussrohr 10 CC. der verdünnten Oxalsäurelösung zulaufen gelassen und schliesslich die farblos gewordene Flüssigkeit bis zur schwachen Röthung mit Chamäleonlösung versetzt. Die verbrauchten CC. derselben entsprechen also 10 CC. der Oxalsäurelösung und enthalten 2 Milligrm. übermangansaures Kali. So wurden bei mehreren Versuchen zur Oxydation der Oxalsäure in 10 CC. obiger Lösung 5,6 CC. Chamäleonlösung gebraucht, 1 CC. derselben enthält demnach $\frac{2}{5,6} = 0,357$ Milligrm. übermangansaures Kali*).

Zum Titiren der organischen Substanzen im Wasser werden 100 CC. desselben in dem Kolben von oben angegebener Grösse bis etwa $\frac{2}{3}$ eingekocht, um durch den fast nie fehlenden kohlensauren Kalk die etwa vorhandenen Ammonverbindungen zu zersetzen, dann annähernd durch Zusatz von destillirtem Wasser auf das frühere Volumen gebracht, 10 CC. der verdünnten Schwefelsäure zugesetzt, zum Sieden erhitzt und nun so viel von der verdünnten Chamäleonlösung zufließen gelassen, dass die Flüssigkeit stark roth gefärbt ist und die Färbung auch nach dem nun folgenden 5 Minuten langen Kochen nicht verschwindet. Gewöhnlich genügten hierzu 5 bis 6 CC. obiger Lösung. Dann lässt man 10 CC. der Oxalsäurelösung zufließen und titirt darauf die farblos gewordene Flüssigkeit bis zur schwachen Röthung.

Was von der Chamäleonlösung mehr gebraucht ist, als zur Oxydation der zugesetzten Oxalsäure nöthig war, ist zur Oxydation der organischen Substanzen verwendet.

Nach Versuchen von Wood und nach eigenen Versuchen werden 5 Theile organischer Substanz (im Wasser I. u. II.) durch

*) Diese so stark verdünnte Lösung hat sich bis zum vollständigen Verbrauch, länger als 2 Monate, unverändert gehalten.

1 Theil übermangansaures Kali oxydirt*), es ist daher, um die Menge derselben im Wasser zu finden, nur nöthig, den Mehrverbrauch des übermangansauren Kalis in Milligrammen mit 5 zu multipliciren, oder den Mehrverbrauch der Chamäleonlösung in CC. mit 10 zu multipliciren und durch die CC. zu dividiren, welche von der Chamäleonlösung nöthig sind zur Oxydation von 10 CC. Oxalsäurelösung, also hier durch 5,6. Man erfährt so die Menge (die Theile) in 100000 Theilen Wasser.

Beispiele.

1) 100 CC. Okerwasser (Nro. I.) gebrauchten nach oben beschriebnem Verfahren 6,8 CC. Chamäleonlösung; der Mehrverbrauch ist daher $6,8 - 5,6 = 1,2$ CC.

5,6 CC. der Lösung enthalten 2 Milligrm. übermangansaures Kali, entsprechen also 10 Milligrm. organischer Substanz, 1,2 CC.

enthalten daher $\frac{2}{5,6} \times 1,2 = 0,428$ Milligrm. übermangansaures Kali. Diesen entsprechen $0,428 \times 5 = 2,14$ Theile organischer Substanz in 100000 Theilen Wasser; oder 1,2 CC. mal 10 dividirt durch 5,6 = 2,14.

Durch Glühen des festen Rückstandes wurden 2,2 Theile gefunden. S. 9.

2) 100 CC. Wasser (Nro. II.) gebrauchten 9,1 CC. Chamäleonlösung, also mehr 3,5 CC. Diese enthalten $\frac{2}{5,6} \times 3,5 = 1,25$ Milli-

gramm. übermangansaures Kali, welchen $1,25 \times 5 = 6,25$ Theile organischer Substanz in 100000 Theilen Wasser entsprechen,

oder $\frac{3,5 \times 10}{5,6} = 6,25$.

Durch Glühen des festen Rückstandes waren 6,0 Theile gefunden. S. 9.

3) 100 CC. Wasser (Nro. III.) gebrauchten mehr 3,8 CC.

*) Da die organischen Substanzen im Wasser jedenfalls eine sehr verschiedene Zusammensetzung haben, daher verschiedene Mengen Sauerstoff zur Oxydation bedürfen, so passt diese Angabe nicht für alle Fälle, kann jedoch als Anhaltspunkt dienen.

Chamäleonlösung = $\frac{2}{5,6} \times 3,8 = 1,36$ Milligrm. übermangansauer
 res Kali = $1,36 \times 5$ oder $\frac{3,8 \times 10}{5,6} = 6,8$ Theile organischer Sub-
 stanz.

Der Glühverlust des festen Rückstandes bei diesem Wasser betrug 11,3 Theile. S. 9.

Ein gutes Trinkwasser darf nicht mehr wie höchstens 3 bis 4 Theile organischer Substanz in 100000 Theilen enthalten.

Findet sich in einem Wasser salpetrige Säure, S. 22, so kann eine Correction angebracht werden. 100 CC. des Wassers werden mit 10 CC. der verdünnten Schwefelsäure versetzt und dann Chamäleonlösung (in der Kälte) bis zur ersten schwachen Röthung zugefügt. Die verbrauchte Menge ist dann später von der Gesamtmenge der Chamäleonlösung abzuziehen.

A n h a n g.

Die Herstellung der Reagentien und titrirten Flüssigkeiten für die Untersuchung von Wasser.

Reagentien.

Kalkwasser zur Prüfung auf Kohlensäure. S. 3.

Frisch gebrannter Kalk wird mit Wasser übergossen, nach dem Zerfallen noch so viel Wasser zugefügt, dass eine dünne Milch entsteht, diese in eine Flasche gefüllt, einige Male durchgeschüttelt und dann absetzen gelassen. Die klare Flüssigkeit, das Kalkwasser, wird in gut zu verschliessenden Gefässen aufbewahrt.

Chlorbariumlösung zur Nachweisung der Schwefelsäure.
S. 4.

1 Theil reines Chlorbarium wird in 10 Theilen destillirtem Wasser gelöst.

Silberlösung zur Nachweisung von Chlor (Kochsalz). S. 4.

1 Theil Höllenstein in 20 Theilen destillirtem Wasser gelöst.

Lösung von oxalsaurem Ammon zur Nachweisung des
Kalkes. S. 5.

1 Theil des Salzes wird in 24 Theilen Wasser gelöst.

Lösung von phosphorsaurem Natron zur Nachweisung der
Magnesia. S. 5.

1 Theil des Salzes in 10 Theilen Wasser gelöst.

Rhodankaliumlösung zur Nachweisung von Eisen. S. 5.

1 Theil des Salzes in 10 Theilen Wasser gelöst.

Lösung von molybdänsaurem Ammon in Salpetersäure zur
Prüfung auf Phosphorsäure. S. 6.

1 Theil der käuflichen reinen Molybdänsäure wird in 4 Theilen
Ammoniakflüssigkeit gelöst, die Lösung rasch filtrirt und in
15 Theile Salpetersäure von 1,20 *specif.* Gewicht gegossen.

Jodkalium zur Nachweisung der Salpetersäure S. 6 und
der salpetrigen Säure. S. 22.

Das Salz muss frei von Jodsäure-Salz sein, worauf die Prü-
fung schon S. 6 angegeben ist. Man mache immer nur soviel
Lösung wie in einigen Tagen verbraucht wird.

Stärkekleister, bei der Prüfung auf Salpetersäure und sal-
petrige Säure nöthig.

1 Theil Stärke wird mit etwa 100 Theilen Wasser zum
Kochen erhitzt. Der so bereitete Kleister wird nach kurzer Zeit
unbrauchbar. Ein haltbares Product erhält man durch Ver-
mischen von 1 Theil Stärke, die in einem Mörser mit etwas
Wasser angerührt ist, mit etwa 1 Theil concentrirter Chlor-
zinklösung (eine bis zur Syrupsconsistenz eingedampfte Lösung
von Zink in Salzsäure) und allmäligen Zusatz von etwa 100 Thln.
Wasser zu dem entstandenen zähen Kleister.

Zink zur Nachweisung der Salpetersäure. S. 6.

Verwendbar sind Schnitzeln von Zinklech.

Nessler's Reagenz zur Nachweisung von Ammonver-
bindungen. S. 21.

2 Grm. Jodkalium werden in 5 CC. Wasser gelöst, der Lösung
unter Erwärmen so lange Quecksilberjodid zugesetzt, bis ein Theil
desselben ungelöst bleibt. Nach dem Erkalten wird die Lösung
mit 20 CC. Wasser verdünnt, nach einiger Zeit filtrirt und auf
20 CC. des Filtrates 30 CC. concentrirter Kalilauge (etwa 1 Theil
Aetzkali in 2 Theilen Wasser) zugesetzt. Nach dem etwa nöthigen
Absetzen oder Filtriren giesst man die klare Flüssigkeit in ein
besonderes gut zu verschliessendes Gefäss, dessen Glasstöpsel mit
Paraffin bestrichen ist, um das feste Anhaften zu verhüten.

Ammoniakflüssigkeit, *specif.* Gewicht 0,960,

Salzsäure, *specif.* Gewicht 1,12 (eisenfrei),

Salpetersäure, specif. Gewicht 1,2 (chlorfrei) und Schwefelsäure, concentrirte, reine, sind in jeder Apotheke leicht zu haben.

Titrirte Flüssigkeiten.

Seifenlösung zur Bestimmung der Härtegrade. S. 9.

Kaliseife, dargestellt durch Zusammenreiben von 150 Theilen Bleipflaster und 40 Theilen kohlen saurem Kali, Ausziehen der gleichförmigen Masse mit Alkohol, Verdampfen des Filtrats im Wasserbade, wird in Alkohol von 56° Tr. gelöst, etwa 2 Theile Seife in 100 Theilen des verdünnten Alkohols. Dann werden 0,523 Gr. reines trockenes Chlorbarium*) zu 1 Ltr. Flüssigkeit gelöst. 100 CC. dieser letzteren Lösung werden in das S. 9 beschriebene Stöpselglas gebracht und nun so lange aus einer Bürette von der Seifenlösung zugefügt, bis der charakteristische Schaum entsteht; man wird hierzu weniger als 45 CC. Seifenlösung gebrauchen. Diese concentrirtere Seifenlösung wird mit Alkohol von 56° Tr. nun so weit verdünnt, dass von der Lösung genau 45 CC. nöthig sind, um in 100 CC. der Chlorbariumlösung die Schaumbildung hervorzurufen.

Angenommen, es seien von der concentrirteren Seifenlösung 15 CC. zur Schaumbildung nöthig gewesen, so werden 15 Volumina derselben mit 30 Volumina Alkohol von 56° Tr. verdünnt, was mit Hülfe eines Mischcylinders sehr leicht geht.

Selbstverständlich wird die verdünnte Lösung nun nochmals geprüft, und falls sie noch nicht ganz genau sein sollte, nach Bedürfniss etwas Alkohol von 56° Tr. oder concentrirte Seifenlösung zugefügt, bis genau beim Verbrauch von 45 CC. derselben und 100 CC. der Chlorbariumlösung ein Schaum entsteht, welcher etwa 5 Minuten bleibt.

*) Chlorbarium habe ich statt des Chlorcalciums (in äquivalenter Menge) zur Titrestellung der Seifenlösung genommen, weil ersteres sehr leicht rein und neutral zu erhalten ist.

30 Die Herstellung der titrirten Flüssigkeiten.

Oxalsäurelösung, $\frac{1}{10}$ normal, zur Bestimmung des Kalkes.
S. 13.

6,300 Grm. ($\frac{1}{10}$ Atom in Grammen) vollständig reine krystallisirte Oxalsäure werden zu 1 Litre Flüssigkeit gelöst.

1 CC. der Lösung entspricht 0,0028 Gr. Kalk.

Chamäleonlösung zur Kalkbestimmung.

Etwa 3 Grm. reines übermangansaures Kali (jetzt Handelswaare) werden zum Litre Flüssigkeit gelöst.

Zur genauen Werthbestimmung werden 25 CC. der $\frac{1}{10}$ normalen Oxalsäurelösung abgemessen (am besten aus einer Bürette mit gutem Abflussrohre) in eine etwa 1 Litre fassende Flasche mit weitem Halse, mit Wasser zu annähernd 200 CC. verdünnt, mit 5 bis 10 Grm. reiner concentrirter Schwefelsäure versetzt, bis 50 oder 60° C. erwärmt und nun aus einer Blasebürette so lange von der Chamäleonlösung zugefügt, bis schwache Röthung eintritt.

Die verbrauchten CC. (etwa 20) bemerkt man auf der Flasche, sie entsprechen 70 Milligramm. Kalk. S. 14.

Die Titrestellung ist von Zeit zu Zeit zu wiederholen, da nach einiger Zeit bisweilen der Gehalt der Chamäleonlösung sich etwas verringert.

Die Kalkbestimmung ist eine sogenannte Restmethode. Es wird ein Ueberschuss von Oxalsäure zu dem Wasser gesetzt und der nicht vom Kalk gebundene Theil derselben durch Titriren gefunden, woraus sich die Menge der durch Kalk gebundenen Säure und daraus leicht die dieser entsprechende Menge Kalk ergibt.

Chlorbariumlösung, $\frac{1}{10}$ normal, zur Bestimmung der Schwefelsäure. S. 16.

12,205 Grm. reines trockenes krystallisirtes Chlorbarium werden zu 1 Litre Flüssigkeit gelöst.

Lösung von neutralem chromsauren Kali, $\frac{1}{10}$ normal, zur Bestimmung der Schwefelsäure. S. 16.

7,378 Grm. reines doppelt chromsaures Kali (durch wiederholtes Umkrystallisiren aus käuflichem Salze Schwefelsäure frei

zu erhalten) werden in einer Litreflasche in etwa 100 CC. Wasser gelöst, dann tropfenweise so viel reine Ammoniakflüssigkeit zugefügt, dass die Lösung gelb erscheint, neutrales chromsaures Kali entstanden ist, wozu annähernd 9 Grm. Ammoniakflüssigkeit nöthig sind, schliesslich wird die Litreflasche bis zur Marke mit Wasser gefüllt.

Werden gleiche Volumina dieser Lösung und der $\frac{1}{10}$ normalen Chlorbariumlösung vermischt, so darf die Flüssigkeit nach dem Absetzen des Niederschlages nicht gefärbt erscheinen, und klar abgossen, durch Zusatz von Schwefelsäure nicht getrübt werden, muss also frei von überschüssigem Chromsäuresalz und Chlorbarium sein.

Silberlösung $\frac{1}{10}$ normale zur Bestimmung des Chlors (Kochsalzes). S. 17.

Etwa 20 Grm. reines salpetersaures Silberoxyd (Höllenstein) werden in 80 bis 100 CC. Wasser gelöst, die Lösung wenn trübe filtrirt und dann zur staubigen Trockne verdampft.

17 Grm. dieses Rückstandes werden zu 1 Litre Flüssigkeit gelöst.

Das beim Titriren des Chlors als Indicator benutzte neutrale chromsaure Kali wird dargestellt durch Schmelzen von 14 Theilen reinem doppelt chromsauren Kali und 10 Theilen reinem (chlorfreien) Salpeter (salpetersaurem Kali). Man macht zum Gebrauche eine kalt gesättigte Lösung.

Oxalsäurelösung zur Bestimmung der organischen
Substanzen. S. 23.

0,398 Grm. reine krystallisirte Oxalsäure werden zum Litre gelöst.

Chamäleonlösung zu derselben Bestimmung.

Etwa 0,350 bis 0,400 Grm. reines käufliches übermangan-saures Kali werden zum Litre gelöst; auch durch Verdünnen einer concentrirteren Lösung herzustellen.

Die genaue Titrestellung ist S. 23 angegeben.

Die zu den Untersuchungen nöthigen Büretten und Maassflaschen sind aus jeder renommirten Droguenhandlung zu beziehen.

